



Sitz der Gesellschaft:
Wolfener Str. 36
12681 Berlin

Geschäftsführer:
Dr. Martin Bernhard

Tel.: 030 93651-0
Fax: 030 93651-250
FGLG-Info@fugro.com
www.fugro.com

**Hydraulischer Nachweis der Auswirkungen
eines Bauvorhabens
im Überschwemmungsgebiet der Lahn
Bereich Lahnhof Wetzlar**

Auftraggeber: Helm Wohnungsbau- und Verwaltungs GmbH
Hermannsteiner Straße 100
35614 Aßlar

Auftragnehmer: Fugro Germany Land GmbH
Grimmelallee 4c
99734 Nordhausen

Bearbeiter: Frau Dipl.-Geol. P. Wanke
Herr M. Sc. O. Vorogushyn

Auftrags-Nr.: **310-19-507**

Bestätigt:
K. Brinschwitz
Abteilungsleiterin Wasser/Umwelt

Datum: Nordhausen, 05.07.2019

Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung, Aufgabenstellung	5
2	Grundlagen	5
2.1	Ausgangsdaten	5
2.2	Bearbeitungsgebiet	6
2.3	Das HQ100-Überschwemmungsgebiet der Lahn im Bearbeitungsgebiet	8
3	Hydraulische Berechnungen, Ergebnisse	10
3.1	Grundlagen der 2D-Modellierung	10
3.2	Erstellung eines Simulationsmodells für den betrachteten Gewässerabschnitt	11
3.3	Modellkalibrierung	13
3.4	Ermittlung des aktuellen IST-Zustandes Bereich Lahnhof	18
3.5	Berechnung und Ergebnisse des PLAN-Zustandes Bereich Lahnhof	19
3.6	Ermittlung des Retentionsraumverlustes durch die geplanten Änderungen im Bereich Lahnhof und Vorschlag für den Ausgleich	21
4	Einzelfallprüfung der Ergebnisse entsprechend §78 WHG, Nachweis der Unschädlichkeit bzw. Unerheblichkeit des geplanten Bauvorhabens im Bereich Lahnhof	24
4.1	Zum Inhalt des §78 WHG	24
4.2	Prüfung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf Belange des Wohls der Allgemeinheit	25
4.3	Prüfung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf Wasserstand und Abflusses bei Hochwasser sowie auf den Hochwasserrückhalt; Nachweis des möglichen Ausgleichs von Verlust an Retentionsraum	25
4.4	Prüfung der Gefährdung von Leben oder Gesundheit von Anliegern, Empfehlung für hochwasserangepasstes Bauen und Prüfung sonstiger Belange des Wasserhaushaltes	26
5	Literatur- und Quellenverzeichnis	27

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse der Modellkalibrierung - berechnete Wasserspiegellagen (WSP):..... 14

Tabelle 2: Ergebnisse der Modellkalibrierung - kst-Werte im 2D-Modell (Vergleich mit 1D) 14

Tabelle 3: Ergebnis der Ermittlung des Verlustes an Retentionsraum (Vergleich PLAN – IST) ohne Abgrabungen 22

Tabelle 4: Ergebnis der Ermittlung des notwendigen Ausgleichvolumen (Vergleich „RR“ – IST)..... 24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Stadtgebiet Wetzlar – rot umrandet Lahnhof Wetzlar Bestand (rechtes Vorland der Lahn) ... 6

Abbildung 2: Geplante Umgestaltung Lahnhof Wetzlar (grau - neue Gebäude) 6

Abbildung 3: Flächenausdehnung Bearbeitungsgebiet (grüne Umrandung) 7

Abbildung 4: Aktuell festgesetztes HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn im Bearbeitungsgebiet..... 8

Abbildung 5: Aktuell festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Lahn im engeren Bearbeitungsgebiet [7]..... 9

Abbildung 6: Geländehöhen im Bereich des Bearbeitungsgebietes (Darstellung aus DGM2) 11

Abbildung 7: Netzstruktur des Simulationsmodells „Lahnhof Wetzlar“ 12

Abbildung 8: Vergleich HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn 2001 und 2019 16

Abbildung 9: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - IST-Zustand aus 2D-Modell Bereich Lahnhof 18

Abbildung 10: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - PLAN-Zustand Bereich Lahnhof..... 19

Abbildung 11: Differenzenplan Wasserspiegellagen PLAN- und IST-Zustand 20

Abbildung 12: Ausschnitt aus einer vom AG übergebenen PLAN-Darstellung [2]..... 21

Abbildung 13: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - PLAN-Zustand mit Retentionsraumausgleich 23

Abkürzungen

AG	Auftraggeber
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
UWB	Untere Wasserbehörde
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
HQ ₁₀₀	Hochwasserabfluss hundertjährliches Ereignis
RKH	landesweites Untersuchungsprogramm „Retentionskataster Hessen“
ÜSG	Überschwemmungsgebiet
WSP	Wasserspiegel(lage)
WT	Wassertiefe

Anmerkung:

Bei Beschreibungen mit Angaben „links“ oder „rechts“ vom Gewässer wird immer davon ausgegangen, dass dabei der Blick in Fließrichtung stromab (von der Quelle zur Mündung) gerichtet ist.

1 Veranlassung, Aufgabenstellung

Im Stadtgebiet von Wetzlar, zwischen Spinnereistraße und Inselstraße im rechten Vorland der Lahn, sollen mehrere Gebäude rückgebaut und durch Neubauten ersetzt werden. Gegenwärtig läuft das Verfahren zur geplanten 2. Änderung des Bebauungsplans im Bereich der betroffenen Gemarkung Niedergirmes.

In der Stellungnahme des Regierungspräsidiums Gießen zur beantragten Änderung des Bebauungsplans Nr. 402 „Bahnhofstraße“ wurde durch das Dezernat 41.2: Oberirdische Gewässer, Hochwasserschutz ein Nachweis der Unschädlichkeit des geplanten Bauvorhabens entsprechend §78 WHG gefordert, da ein Teil der geplanten Gebäude in das HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn hineinreicht.

Der Nachweis wurde auf der Basis eines hydronumerischen 2D-Modells gefordert und sollte besonderes Augenmerk auf die Auswirkungen des Vorhabens auf Ober- und Unterlieger legen sowie auf den Umfang und die Art des notwendigen Retentionsraumausgleichs.

Auf der Grundlage eines durch den Auftraggeber (AG) bestätigten Leistungsangebotes des Auftragnehmers (AN) beinhaltet die Aufgabenstellung folgende Bearbeitungsschritte:

1. Datenrecherche, Datenbeschaffung, Konsultationen,
2. Datenaufbereitung, Modellaufbau,
3. Sensitivitätsanalyse (Modellkalibrierung),
4. Berechnung für HQ₁₀₀ für den IST-Zustand,
5. PLAN-Zustand: Modellumbau, Berechnung für HQ₁₀₀,
6. Kartenerstellung bzw. Abbildungen,
7. Erarbeitung Textdokumentation mit Abbildungen und Tabellen.

2 Grundlagen

2.1 Ausgangsdaten

Vom AG sowie zuständigen Behörden wurden folgende Daten und Materialien zur Verfügung gestellt:

- Daten Bestand: Lage der vorhandenen Gebäude im zu betrachtenden Bereich [1a]
- Lage der geplanten Gebäude [1b]
- Entwurf - Textliche Festsetzung zum Bebauungsplan Nr. 402 „Bahnhofstraße“ 2. Änderung [2]
- Entwurf – Begründung zum Bebauungsplan Nr. 402 „Bahnhofstraße“ 2. Änderung [3]
- Entwurfskarte „Bebauungsplan Nr. 402 Bahnhofstraße 2. Änderung“ [4]
- Ausschnitt DGM2 für den Modellbereich [5]
- Vermessungspunkte der Lahn aus der terrestrischen Vermessung zum Projekt Retentionskataster Hessen (RKH) [6]
- Bericht zur 1d-Modellierung HW-Berechnung zwischen Bahnhofstraße und Lahn von 2012 [7]

2.2 Bearbeitungsgebiet

Das engere Bearbeitungsgebiet Lahnhof Wetzlar erstreckt sich zwischen Spinnereistraße und Inselstraße im rechten Vorland der Lahn (rot umrandeter Bereich in Abbildung 1 [2]). Im Bereich des Lahnhofes soll eine städtebauliche Neuordnung und Umstrukturierung des gesamten Bahnhofsquartiers erfolgen.

Dazu ist geplant, die sogenannten Lahnhofpassagen zurückzubauen und anschließend u.a. ein Wohngebäudeensemble aus insgesamt drei größeren Gebäuden im Nahbereich der Lahn zu errichten (Abbildung 2 [1]).



Abbildung 1: Stadtgebiet Wetzlar – rot umrandet Lahnhof Wetzlar Bestand (rechtes Vorland der Lahn)



Abbildung 2: Geplante Umgestaltung Lahnhof Wetzlar (grau - neue Gebäude)

Um eventuell eintretende Veränderungen der hydraulischen Verhältnisse aufzeigen zu können, wird die in Abbildung 3 dargestellte Fläche (Bereich Gemarkung Niedergirmes) als Gesamtbearbeitungsgebiet betrachtet. Die Fläche reicht im linken Vorland der Lahn bis zu einer Geländehöhe von ca. 200 m NHN und im rechten Vorland bis ca. 152 m NHN (siehe auch Abbildung 5 in Kap. 3.6). Die nordwestliche und die südöstliche Abgrenzung verlaufen relativ parallel zum Gerinne der Lahn. Die nord-östliche Abgrenzung verläuft von der Autobahnabfahrt im linken Vorland, die Lahnaue durchquerend, bis auf Höhe der Hans-Sachs-Straße im rechten Vorland. Die südwestliche Abgrenzung verläuft zwischen der Barfüßerstraße und dem Karl-Kellner-Ring.

Betrachtet wird ein ca. 2,6 km langer Abschnitt der Lahn. Im gesamten Bearbeitungsgebiet ist die Lahn ein Gewässer I. Ordnung. Ca. 580 m oberhalb der unteren Modellgrenze zweigt an einem Wehr ein Mühlgraben in das linke Vorland ab.

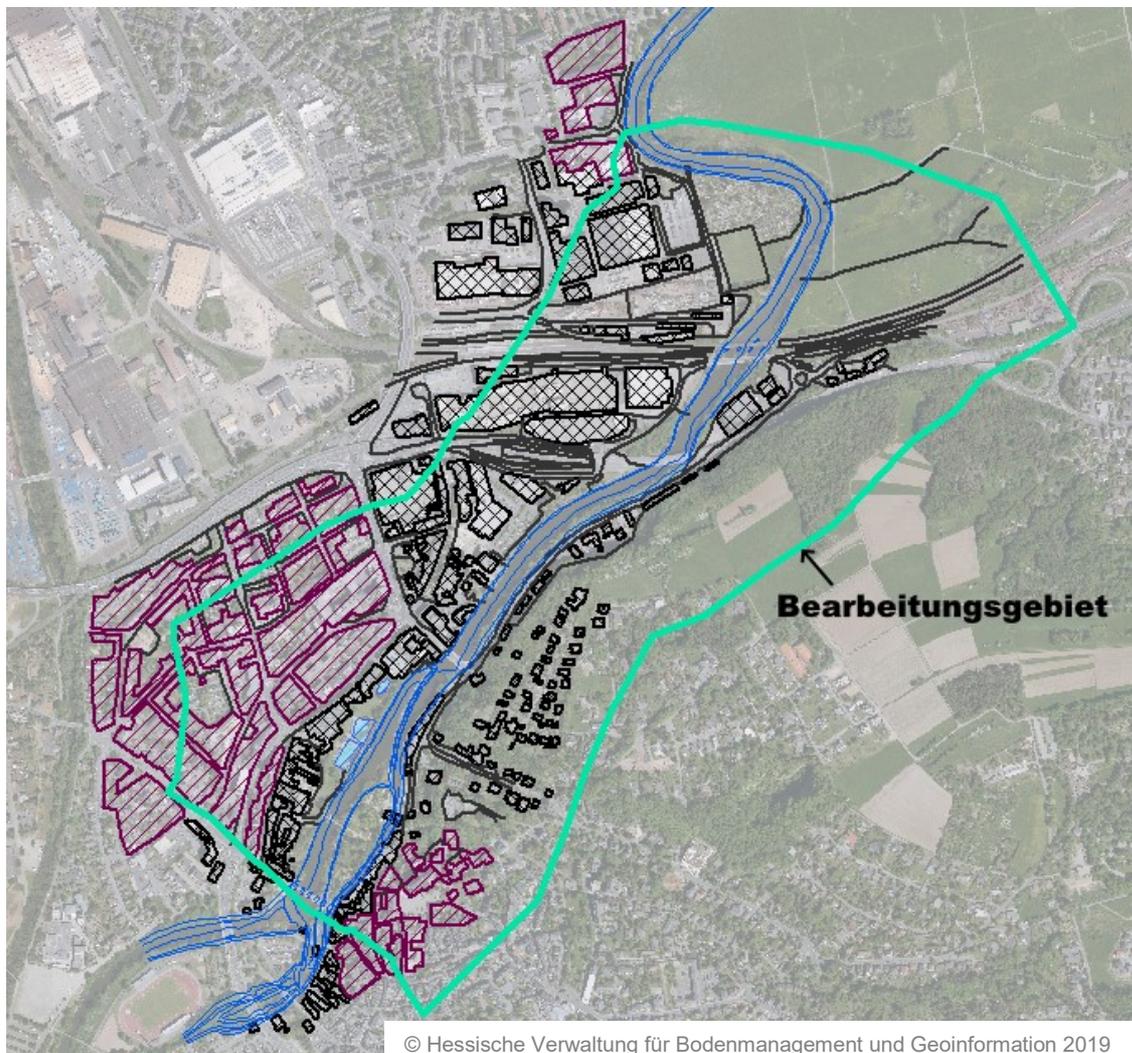


Abbildung 3: Flächenausdehnung Bearbeitungsgebiet (grüne Umrandung)

2.3 Das HQ100-Überschwemmungsgebiet der Lahn im Bearbeitungsgebiet

Der betrachtete Gewässerabschnitt der Lahn (zwischen Gewässer-km 126,3 und 128,9) befindet sich im Zuständigkeitsbereich des Regierungspräsidiums Gießen. Die Berechnungen zur Ausweisung des Überschwemmungsgebietes der Lahn wurden durch Fugro (zu dieser Zeit noch HGN Hydrogeologie GmbH), 2001 durchgeführt und 2007 aktualisiert.

Die Berechnungen zur Ermittlung des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes der Lahn wurden mit einem eindimensionalen Wasserspiegellagenmodell ausgeführt. Die ermittelten Überschwemmungsgebietsgrenzen, mit berechneten Stützpunkten ca. alle 50 m, wurden mit den örtlichen topographischen Besonderheiten abgeglichen und dann der endgültige Verlauf festgelegt (Abbildung 4 [8]).

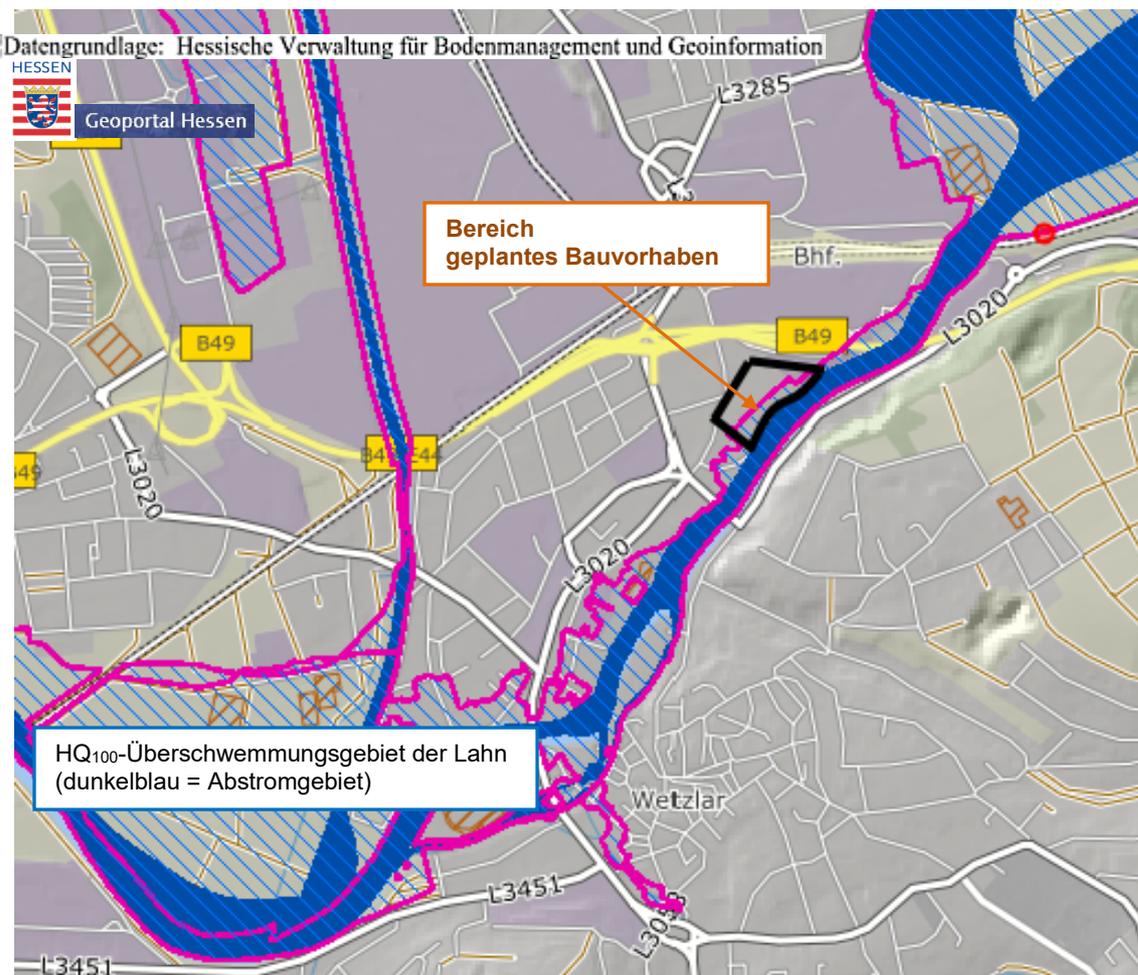


Abbildung 4: Aktuell festgesetztes HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn im Bearbeitungsgebiet

Die Lahn durchfließt oberhalb des Bearbeitungsgebietes eine relativ breite und ebene, unbebaute Talau. Die hydraulische Leistungsfähigkeit des Gewässers in diesem Bereich ist bei einem HQ₁₀₀ nicht ausreichend, so dass es zu großflächigen Ausuferungen in die Vorländer, hauptsächlich in das linke Vorland), kommt.

Im Stadtgebiet von Wetzlar wird das Überschwemmungsgebiet häufig durch am Rand der Aue verlaufende Straßen- oder Eisenbahndämme begrenzt. Infolge dessen sind die natürlichen Abflussverhältnisse örtlich gestört. Großräumig sind im Stadtgebiet bebaute Bereiche im rechten Vorland von oberhalb der Straßenbrücke Brückenstraße und oberhalb der alten Lahnbrücke sowie unterhalb bis zur Dill betroffen.

Im rechten Vorland, im engeren Betrachtungsgebiet (Bereich 2. Änderung Bebauungsplan), wird bei HQ₁₀₀-Hochwasser der Lahn der Lahnweg (Fußgänger und Radfahrer) überflutet. Oberhalb der Inselstraße reicht das Überschwemmungsgebiet bis an die vorhandenen Gebäude heran.

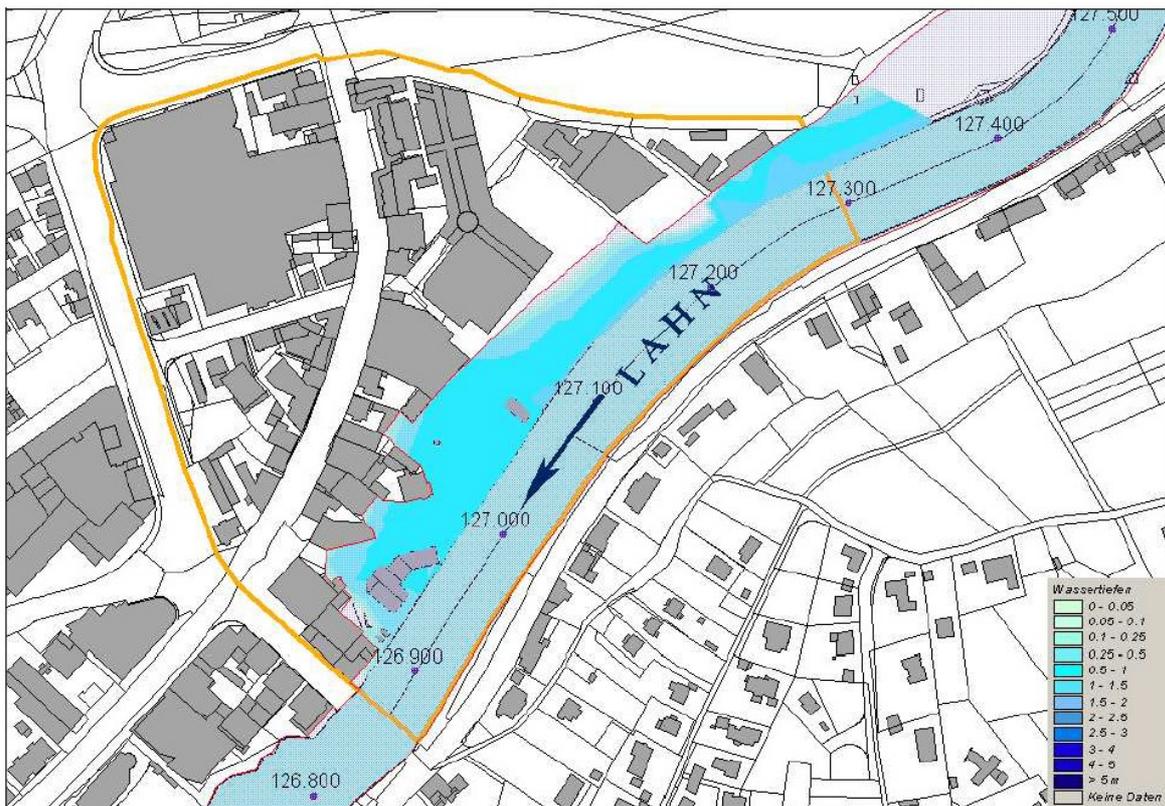


Abbildung 5: Aktuell festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Lahn im engeren Bearbeitungsgebiet [7]

Aufgrund von Abriss und Neuerrichtung von Gebäuden in den letzten Jahren im Bereich der Inselstraße ist dort der Verlauf der Überschwemmungsgrenze nicht mehr als gültig anzusehen. Dies wurde in den aktuellen Berechnungen berücksichtigt.

3 Hydraulische Berechnungen, Ergebnisse

3.1 Grundlagen der 2D-Modellierung

Unter dem Begriff Modell wird in der Wissenschaft ein vereinfachendes, aber die wesentlichen Merkmale bewahrendes Abbild eines realen Systems und der in ihm ablaufenden Prozesse verstanden. Bei einem Simulationsmodell handelt es sich um ein numerisches Modell, das diese Prozesse mit Hilfe mathematischer Gleichungen beschreibt. Die Erstellung eines numerischen Modells setzt sich im Wesentlichen aus den folgenden Teilschritten zusammen:

- Definition des zu berechnenden Systems und Auswahl der für den Anwendungsfall maßgeblichen Prozesse und Eingangsgrößen,
- Bereitstellung der zugehörigen Daten,
- Festlegung der die Prozesse beschreibenden Gleichungen,
- Auswahl der numerischen Lösungsverfahren und der entsprechenden Softwarelösung.

Für die Untersuchung und Bewertung von Abflussprozessen bei Oberflächengewässern interessiert hauptsächlich die Beziehung von Abfluss und Wasserstand, verbunden mit den auftretenden horizontalen Geschwindigkeiten.

Auf Grund der hydraulisch komplizierten Situation im Bearbeitungsgebiet wurde durch die UWB für die aktuelle Ermittlung des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes der Aufbau eines zweidimensionalen Modells gefordert.

Als Softwarelösung kam der anerkannte Simulator HYDRO_AS-2D (zweidimensionales Finite-Volumen-Modell) zur Anwendung [9]. Dabei erfasst ein Netzwerk von diskreten Elementen die Topographie und Parameterverteilung und ermöglicht die Ermittlung von Fließgeschwindigkeit, Fließrichtung und Wasserstand für alle Knotenpunkte eines Berechnungsnetzes. Dessen Diskretisierung erfolgt mittels unregelmäßiger Dreieck- und Viereckelemente.

Gegenüber einer eindimensionalen Berechnung ist die „automatische“ Berücksichtigung der Hochwasserabflussbereiche, der möglichen Abflussaufteilungen sowie der Retentions- und Rückstaubereiche in den Vorlandbereichen bei einer 2D-Berechnung ein deutlicher Vorteil.

Das Ergebnis der hydraulischen 2D-Modellierung ermöglicht eine wesentlich genauere Analyse der Leistungsfähigkeit eines Gewässers sowie ortsdiskrete Aussagen für alle Knotenpunkte des Modellnetzes (z.B. zu Wasserspiegellagen, Fließgeschwindigkeiten, Schubspannungen).

3.2 Erstellung eines Simulationsmodells für den betrachteten Gewässerabschnitt

Die Abgrenzung des Modellgebietes erfolgte auf der Grundlage des bereitgestellten Digitalen Geländemodells (DGM2, [5]). Abbildung 6 zeigt die Abgrenzung des Modellgebietes. Der obere Modellrand wurde ca. 800 m Stromauf der Bahnbrücke der Bahnstrecke Herborn – Gießen festgelegt. Der untere Rand befindet sich im Oberwasserbereich der „Alten Lahnbrücke“ und quert die Insel in der Lahn und den Mühlgraben. Die Ausdehnung der Modellfläche wurde so konzipiert, dass alle hydraulischen Auswirkungen durch Veränderungen im Bereich des Lahnhofes bei einem hundertjährlich wiederkehrenden Hochwasserereignis innerhalb der Modellgrenzen erfasst werden konnten.

Insgesamt besitzt die Modellfläche eine Ausdehnung von ca. 1,2 km².

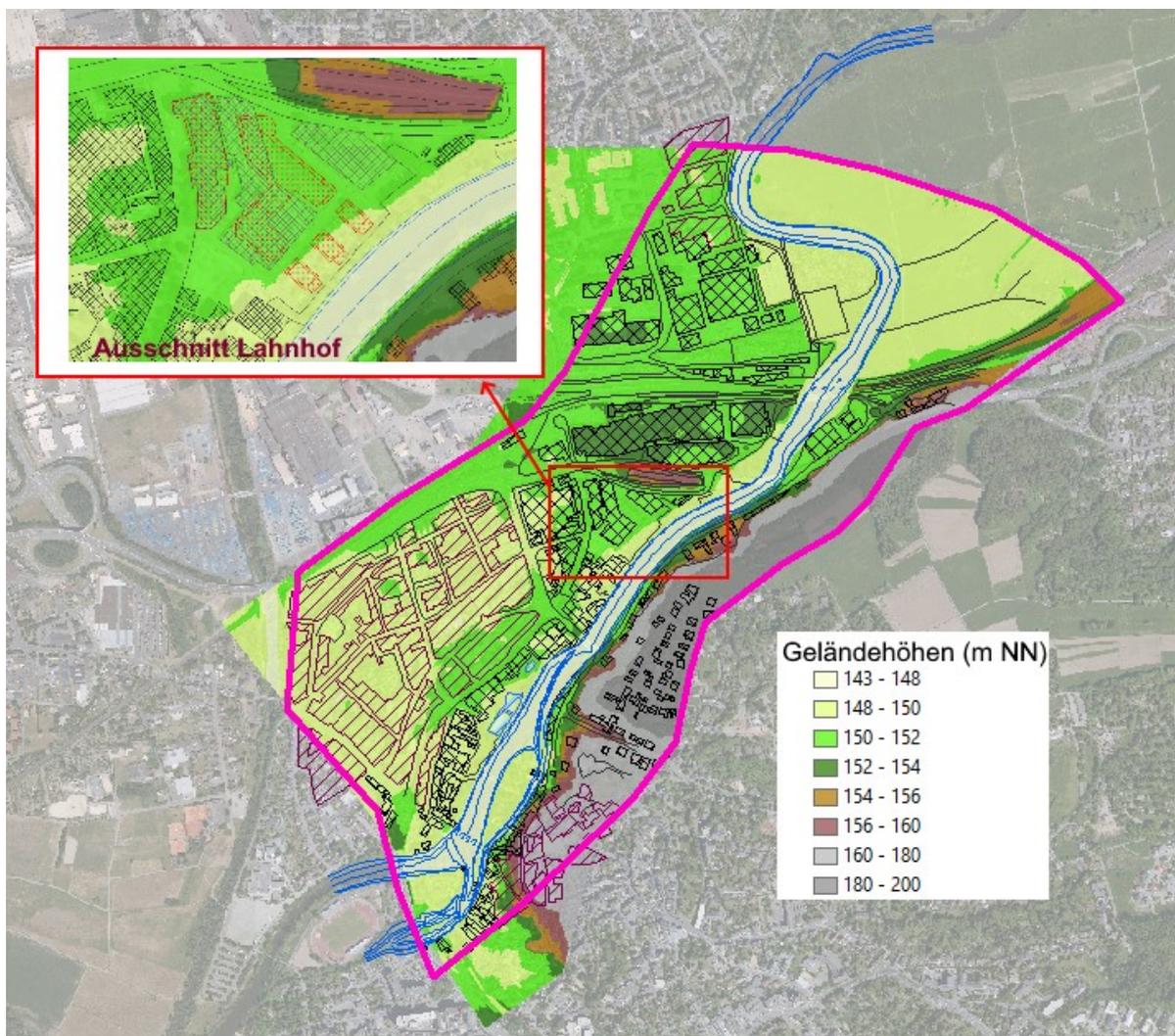


Abbildung 6: Geländehöhen im Bereich des Bearbeitungsgebietes (Darstellung aus DGM2)

Das 2D-Modell für den ausgewählten Abschnitt der Lahn zwischen Gewässer-km 126,3 bis ca. km 128,9 umfasst 56.155 Elemente (49.269 Dreieckelemente und 6.886 Rechteckelemente) mit 32.097 Knoten (Abbildung 7).



Abbildung 7: Netzstruktur des Simulationsmodells „Lahnhof Wetzlar“

Im Zuflussbereich am oberen Modellrand beträgt die Sohlhöhe der Lahn ca. 145,4 m NHN. Die Sohlhöhe am unteren Modellrand (Sohle Auslauf) liegt bei ca. 143,7 m NHN. Im Bereich des Lahnhofes weist die Lahn eine Sohlhöhe von ca. 143,8 – 144,1 m NHN auf.

Im linken Vorland gegenüber dem Lahnhof bis zur Garbenheimer Straße reichen die Geländehöhen von 149,8 bis 153,3 m NHN. Im rechten Vorland steigt das Gelände im Bereich Lahnhof vom Ufer der Lahn von ca. 149,0 m NHN über den Lahnweg mit ca. 149,1 m NHN bis zur Bahnhofstraße auf 150,8 m NHN an.

Der Flussschlauch wurde aus den Vermessungsdaten von Oktober 2000 [6] generiert, das Modellterrain (Vorländer) aus dem DGM2 mit einer Punktrasterweite von 2m x 2m [5]. Die Brückenbauwerke und Wehranlagen wurden entsprechend ihrer Durchlassgeometrie und ihres baulichen Zustandes in das Modell integriert.

Die Berechnungen des HQ_{100} - Abflussbandes wurden mit einem rechnergestützten Niederschlag-Abfluss-Modell am Leichtweiß-Institut für Wasserbau der TU Braunschweig durchgeführt. Die Plausibilität der verwendeten HQ_{100} -Abflussscheitelwerte wurde durch die zuständige Abteilung Staatliches Umweltamt und das RP Gießen bestätigt. Im betrachteten Gewässerabschnitt bzw. im Bereich der geplanten Baumaßnahme beträgt der HQ_{100} -Abfluss der Lahn ca. $654 \text{ m}^3/\text{s}$ [6].

Es sei darauf hingewiesen, dass die Berechnungen zur Ermittlung der Überschwemmungsgrenzen für HQ_{100} -Hochwasser quasistationär ausgeführt werden, d.h. es wird mit konstanten Scheitelwerten bis zu stationären Verhältnissen gerechnet (bis keine Wasserspiegeländerungen mehr ermittelt werden können). Dies bedeutet, dass die real durch den zeitlichen Verlauf vorliegende Begrenzung des Abflussvolumens der Hochwasserwelle nicht berücksichtigt wird und so eine zusätzliche Sicherheit in den ermittelten Wasserspiegellagen und Überschwemmungsflächen enthalten ist (gesetzliche Vorgabe).

3.3 Modellkalibrierung

Die Kalibrierung/Anpassung des 2D-Modells wurde über den Abgleich mit den festgesetzten HQ_{100} -Überschwemmungsgrenzen der Lahn und den mit dem 1d-Modell 2001 berechneten und amtlich bestätigten Wasserspiegellagen vorgenommen.

Dabei erfolgte die Modellkalibrierung in 2 Stufen:

1. Anpassung des Gefällekoefizienten am unteren Modellrand für die Lahn und die Vorlandbereiche
2. Anpassung plausibler Rauheitswerte

Als Ausgangswert wurden die im Rahmen der Überschwemmungsgebietsermittlung des RKH vom RP Gießen bestätigten hydraulisch plausiblen Rauheitswerte verwendet [6].

Im Oberwasser der „Alten Lahnbrücke“ wurde mit dem 1D-Modell ein Wasserspiegel von 149,39 m NHN berechnet [6]. Weitere Vergleichshöhen aus 2001 finden sich in Tabelle 1, Spalte 3.

Am unteren Modellrand wurde nach mehreren Rechenläufen ein Abflussgefälle von 1,25 ‰ als maßgeblich ermittelt. Analog erfolgte eine Variation der Rauheiten für Sohle, Böschungen und die Landnutzungen in den Vorlandbereichen in weiteren Berechnungsdurchläufen.

Bei der Wahl der Rauheitswerte im Modell wurde darauf geachtet, dass sich die angenommenen Werte in einem physikalisch plausiblen Bereich bewegen [10].

Tabelle 1 zeigt an ausgewählten Lahnabschnitten die Ergebnisse der Wasserspiegellagenberechnungen und Tabelle 2 die im Rahmen der Modellkalibrierung ermittelten Rauheitswerte:

Tabelle 1: Ergebnisse der Modellkalibrierung - berechnete Wasserspiegellagen (WSP):

Bereich	Lahn-km	WSP 1D [m NHN]	WSP 2D [m NHN]	Differenz [m]
Oberer Modellrand	128,572	151,05	151,09	+ 0,04
Bahn-Brücke	127,727	150,71	150,76	+ 0,05
Autobahn-Brücke	127,486	150,43	150,46	+ 0,03
Bereich Lahnhof	127,123	150,08	150,16	+ 0,08
Brücke „Brückenstraße“	126,856	149,77	149,81	+0,04
OW „Alte Lahnbrücke“	126,307	149,39	149,38	- 0,01
WSP-Gefälle im Modell h : 151,05 – 149,39 = 1,66 m Mittlerer Modellfehler (3% von h) = 0,05 m				Mittlere Abweichung: 0,04 m

Tabelle 2: Ergebnisse der Modellkalibrierung - k_{st} -Werte im 2D-Modell (Vergleich mit 1D)

Material / Landnutzung	k_{st} aktuell [m ^{1/3} /s]	k_{st} aus 1D-Modell [6]
Disable	*	Gewässerschlauch: (Sohle und Böschungen 35 - 40
02 Lahn-Sohle glatt	38	
03 Lahn-Sohle rau	24	
04 Sohle Beton	55	
05 Sohle Mühlgraben	26	
06 Grabensohle /Bachlauf	18	
07 stehendes Gewässer (Bad)	35	
08 Böschung unbewachsen	28	
09 Böschung Gras, verkrautet	22	
10 Böschung mit Einzelbäumen	18	
11 Böschung mit Büschen und Sträuchern	12	
12 Böschung Mauer (Beton)	55	
13 Brückenpfeiler	55	
14 Einzelgebäude	1	Vorlandbereiche: 12 - 25
15 Wohnbebauung mit Innenhöfen (grün)	12	
16 Wohnbebauung dicht	10	
17 Industriegebiet/Bebauung	16	
18 Grünfläche, Wiese, Weide	20	
19 Ackerflächen	15	
20 Gärten, Gartenanlage, Grünfläche mit Bäumen	20	
21 Sportplatz (grün)	32	
22 Devastflächen	35	
23 Parkplatz, versiegelte Flächen	40	
24 Flächen mit Rasengittersteinen	25	
25 Straßen	40	
26 Wege (befestigt)	40	
27 Bahnanlagen	20	
28 Wald (Mischwald)	15	
29 Baumgruppen, Sträucher	13	

Wie der Vergleich in Tabelle 1, letzte Spalte, zeigt, stimmen die mit dem 2D-Modell ermittelten Wasserspiegellagen mit denen aus dem 1D-Modell gut überein. Die mittlere Abweichung im Modell beträgt 4 cm. Im Bereich des Lahnhofes wurde aktuell ein ca. 8 cm höherer Wasserspiegel berechnet. Dies kann einerseits mit der detaillierteren zweidimensionalen Gestaltung des Modellterrains begründet werden (DGM2: Punkteabstand 2m x 2m im gesamten Vorlandbereich; 1D-Modell: Querprofile im Abstand von ca. 50 m; → siehe dazu auch die Anmerkungen am Ende dieses Kapitels). Andererseits ergeben sich auch Abweichungen durch die eingangs erwähnten Veränderungen innerhalb des Überschwemmungsgebietes seit dessen Festsetzung.

Betrachtet man in Abbildung 8 den Verlauf der roten Linie (festgestellte HQ₁₀₀-Überschwemmungsgrenze der Lahn) und die farbliche Flächendarstellung des aktuell mit dem 2D-Modell ermittelten Überschwemmungsgebiet kann festgestellt werden, dass für alle weiteren Modellbetrachtungen insgesamt eine gute Anpassung / Kalibrierung des Modells erreicht werden konnte.

Nachfolgend wird auf die mit 1 – 4 gekennzeichneten Bereiche in Abbildung 8 näher eingegangen.

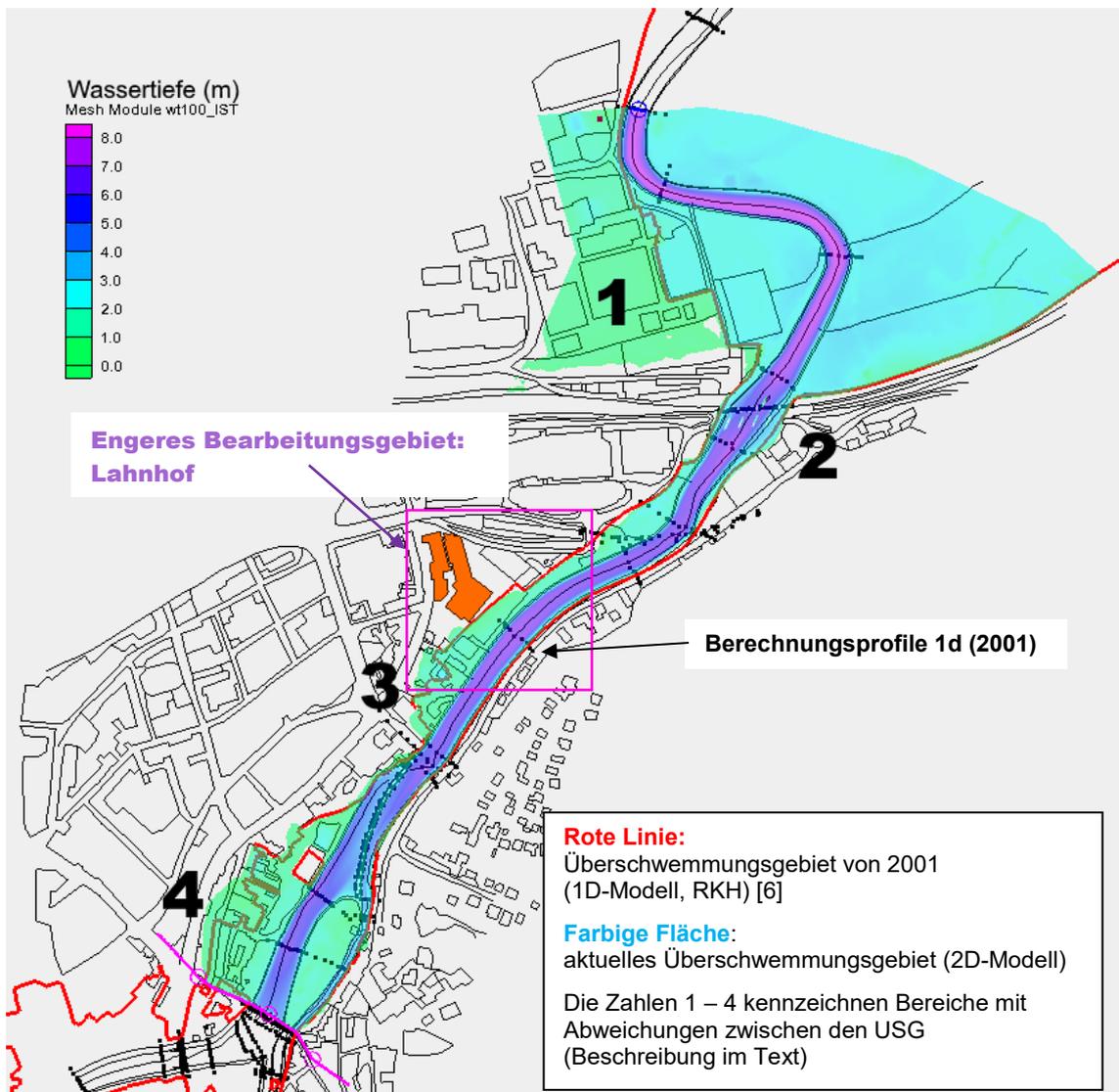


Abbildung 8: Vergleich HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn 2001 und 2019

Allgemein

Wie vorab bereits dargelegt, können durch die detaillierte flächenhafte Erfassung der Geländeoberfläche und des Verlaufs von Bruchkanten (Gebäude, Straßen usw.) im zweidimensionalen Modell die in der Realität vorhandenen Rand- und Rahmenbedingungen wesentlich genauer abgebildet werden. Auch der Verschnitt der berechneten Wasserspiegellagen mit den Geländehöhen erfolgt hier in jedem Rasterknoten sehr detailliert, während auf Basis der 1D-Berechnungen konkrete Aussagen nur entlang der Profilsuren möglich waren. Zwischen den Profilen wurden die Überschwemmungsflächen interpoliert bzw. im Rahmen einer Ortsbegehung angepasst.

Abweichungen zum mit dem eindimensionalen Modell ermittelten ÜSG sind außer der allgemeinen Feststellung zurückzuführen auf:

Bereich 1 – rechtes Vorland

Hier wurde 2001 der Grenzverlauf händisch vor Ort festgelegt. Wahrscheinlich ist im 2D-Modell noch der Einfluss der oberen Zufluss-Randbedingung wirksam. Eventuell verlaufen im Gelände auch Mauern und Geländeanten, die auch im 2D-Modell bei 2m x 2m – Raster nicht erfasst wurden.

Ein Einfluss auf den Bereich des Lahnhofes kann ausgeschlossen werden, da der gesamte Abfluss von stromoberhalb durch die Einengungen in den Brückenbereichen abfließt.

Bereich 2 – linkes Vorland

Es werden weitere Ausuferungen (vor allem im linken Vorland) durch die genauere Erfassung der Strömungsverhältnisse in den Brückenbereichen, insbesondere um die Pfeiler im Gerinne und der Widerlager sowie eine genauere Erfassung der Geländeoberfläche der Böschungen im Vorland identifiziert.

Bereich 3 – rechtes Vorland

Hier ist deutlich zu erkennen, dass 2001 die ÜSG-Grenze bei der Begehung vor Ort an den damals vorhandenen Gebäuden entlang festgelegt wurde. Da inzwischen Gebäude abgerissen und andere neu erbaut wurden und auch das Gelände eine Umgestaltung erfahren hat, entspricht die jetzt ermittelte Flächenausbreitung bei HQ₁₀₀-Hochwasser der Lahn den aktuellen Verhältnissen vor Ort.

Bereich 4 – rechtes Vorland

Auch hier wurde die Abgrenzung des ÜSG-Verlaufs vor Ort händisch an Gebäuden und Straßenkanten entlang festgelegt. Im 2D-Modell sind die Gebäude mit einem sehr kleinen k_{st} -Wert belegt, aber ein „Durchfluss“ zugelassen. Außerdem wurde der untere Rand in den Oberwasser-Bereich der „Alten Lahnbrücke“ verlegt, so dass sich dort bereits eine Wirkung der Brückenpfeiler widerspiegelt. Es kann davon ausgegangen werden, dass auch hier das 2D-Modell die Strömungsverhältnisse im Gerinne und den Vorländern wesentlich genauer erfasst.

Bereich Lahnhof (rechtes Vorland)

Hier wurde eine gute Flächenübereinstimmung erzielt. Die aktuell etwas höher berechnete Wasserspiegellage kann auf die detailliertere Erfassung der Struktur des Wehres unterhalb der Brückenstraße und die genauere Erfassung der dort herrschenden Strömungsverhältnisse (Abflussaufteilung Wehrabschnitte und Mühlgraben) zurückgeführt werden.

3.4 Ermittlung des aktuellen IST-Zustandes Bereich Lahnhof

Die nachfolgenden Betrachtungen und Aussagen beziehen sich auf den engeren Bereich des Bearbeitungsgebietes zwischen:

- der Autobahnzufahrt im Norden,
- der Lahn im Südosten,
- der Inselstraße / der Gebäude im Südwesten und
- der Bahnhofstraße im Westen

Abbildung 9 zeigt den Ausschnitt der ermittelten Flächenausbreitung des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes der Lahn „IST-Zustand“ in Bezug zur festgesetzten Abgrenzung von 2001 (rote Linie).



Abbildung 9: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - IST-Zustand aus 2D-Modell Bereich Lahnhof

Von der wasserabgewandten Seite des Lahnweges reicht das berechnete Überschwemmungsgebiet ca. 40 m in das rechte Vorland hinein. Die Wassertiefe reicht von wenigen Zentimetern bis ca. 1,20 m direkt am Lahnufer. Im Bereich der geplanten Wohngebäude beträgt die Wassertiefe ca. 0,45 – 0,65 m. Die Wasserspiegelhöhe beträgt ca. 150,16 – 150,18 m NHN.

Der überflutete Bereich des Lahnhofes stellt eher ein Rückstaugebiet dar. Die Fließgeschwindigkeit wird im Modell mit 0,01 bis max. 0,2 m/s ausgewiesen. Im Vergleich dazu beträgt im betrachteten Abschnitt die Fließgeschwindigkeit in der Lahn 1,8 – 2,1 m/s.

3.5 Berechnung und Ergebnisse des PLAN-Zustandes Bereich Lahnhof

Zur Durchführung der Berechnung des PLAN-Zustandes wurde ein „Umbau“ der Randbedingungen „Gebäude“ vorgenommen. Aufgrund der vorhandenen Geländehöhen war vorauszusehen, dass sich nur die drei in Ufernähe zur Lahn geplanten Wohngebäude im Bereich des HQ₁₀₀-ÜSG der Lahn befinden werden. Diese wurden als echte Randbedingungen („ausgeschaltete, d.h. nicht durchströmte Elemente“) im Modell installiert. Außerdem wurden entsprechend den Vorgaben Grünflächen (z.T. mit Einzelbäumen) und Parkflächen für PKW mit Rasengittersteinen mit den entsprechenden k_{st} -Werten parametrisiert.

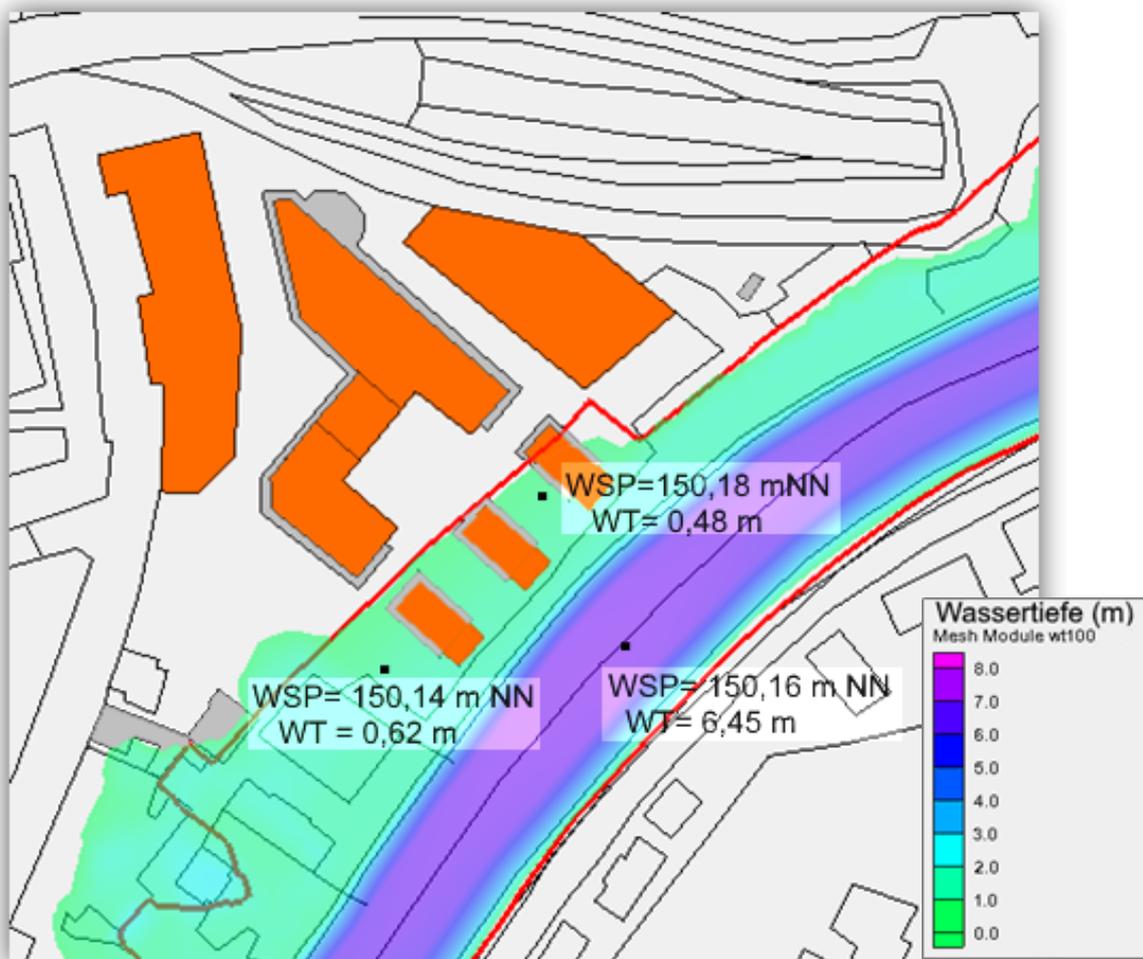


Abbildung 10: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - PLAN-Zustand Bereich Lahnhof

Eine relevante Änderung in der Flächenausbreitung ist im PLAN-Zustand nicht zu beobachten. Auch die Fließgeschwindigkeiten ändern sich nicht wesentlich. Zwischen den Gebäuden wird sie noch geringer.

Der Wasserspiegel steigt zwischen den geplanten Gebäuden gegenüber dem IST-Zustand um 1 - 2 cm an. Stromab entsteht dagegen eine Absenkung des Wasserspiegels um ca. 2-4 cm im Mittel.

Abbildung 11 zeigt den Differenzenplan (Wasserspiegellagen PLAN- minus IST-Zustand). Zwischen den geplanten Gebäuden F und G steigt der Wasserspiegel maximal um ca. 7 cm an. Vom Gebäude E nach stromab in Richtung der nächsten Gebäude sinkt der Wasserspiegel maximal um 6 cm ab. Ansonsten treten praktisch keine Änderungen im Bereich des Überschwemmungsgebietes auf, insbesondere weder stromober- bzw. stromunterhalb des engeren Untersuchungsgebietes noch im linken, gegenüberliegenden Vorlandbereich.

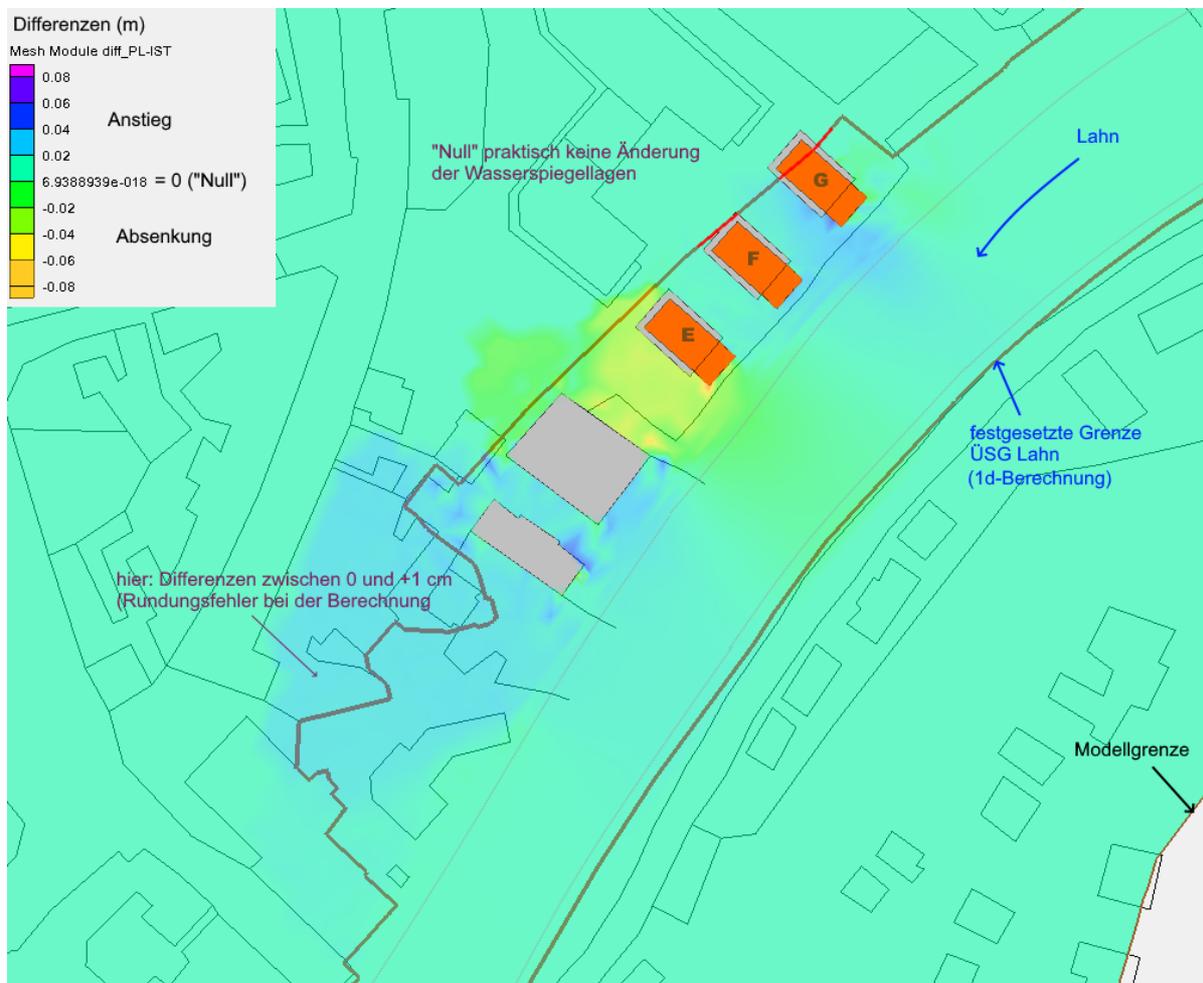
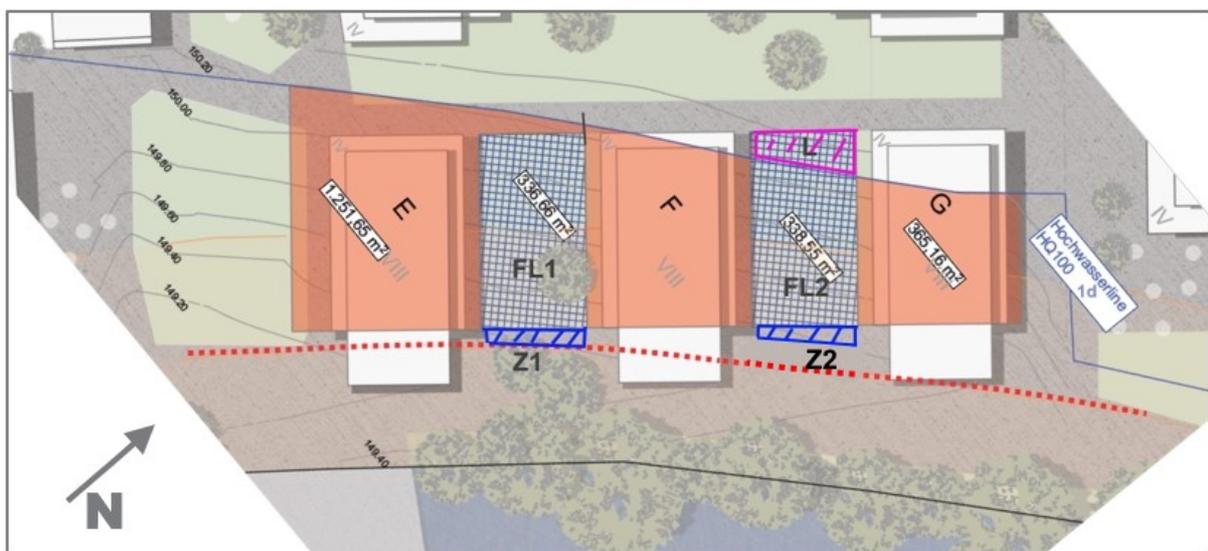


Abbildung 11: Differenzenplan Wasserspiegellagen PLAN- und IST-Zustand

3.6 Ermittlung des Retentionsraumverlustes durch die geplanten Änderungen im Bereich Lahnhof und Vorschlag für den Ausgleich

In Abbildung 12 (Ausschnitt aus [2]) sind als rote Flächen die Bereiche gekennzeichnet, in denen das Gelände durch Aufschüttung und Errichtung der Gebäude über den HQ₁₀₀-Wasserspiegel der Lahn anzuheben ist. Grau kariert sind die Bereiche, die zur Minimierung der Auswirkungen auf das Abflussgeschehen der Lahn bei HQ₁₀₀-Hochwasser als Flächen für Ausgleichsmaßnahmen genutzt werden sollen.

An den Planungs-Ausschnitt wurde eine schematische Schnittdarstellung angefügt (Abbildung 12), die im Weiteren ebenfalls zur Erläuterung der Ermittlung des Retentionsraumverlustes dient.



Schematische Schnitt-Darstellung

1 und 7 = "Rest"volumen im Bereich der Wasserspiegeländerungen

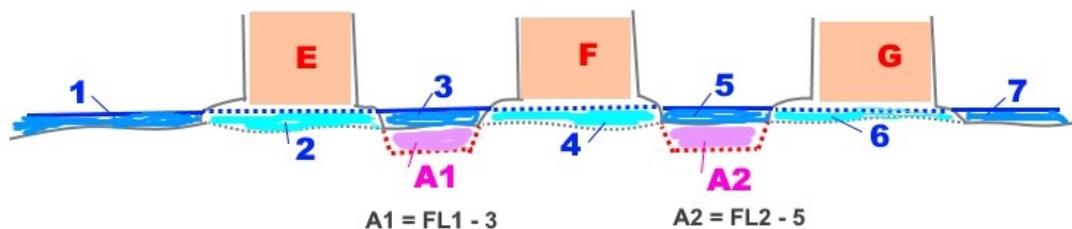


Abbildung 12: Ausschnitt aus einer vom AG übergebenen PLAN-Darstellung [2]

Die bei der Umsetzung der geplanten Maßnahmen entstehenden Volumenänderungen im Bereich des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes der Lahn (bzw. im wassererfüllten Modellkörper) wurden modellintern durch Summierung der Volumina der einzelnen Netzelemente ermittelt.

Nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Zusammenstellung der Volumina für ausgewiesene Bereiche des Modells für den IST- und den PLAN-Zustand.

Tabelle 3: Ergebnis der Ermittlung des Verlustes an Retentionsraum (Vergleich PLAN – IST) ohne Abgrabungen

	Bezeichnung der Bereiche	Wassererfülltes Volumen PLAN (m ³)	Wassererfülltes Volumen IST (m ³)
1+7	Restvolumen Wasserspiegeländerungen (gesamter Modellbereich außerhalb der Baumaßnahmen)	3.533,0	3.605,0
2	Gebäude E und Geländeaufschüttung	0	375,7
4	Gebäude F und Geländeaufschüttung	0	146,7
6	Gebäude G und Geländeaufschüttung	0	53,3
3	Bereich zwischen Gebäude E und F	255,7	256,1
5	Bereich zwischen Gebäude F und G	164,9	159,5
	<i>Summe wassererfülltes Volumen:</i>	3.953,6 m³	4.596,3 m³
	Differenzbetrag:	- 642,7 m³	

Insgesamt gehen bei der geplanten Bauausführung ca. 643 m³ an Retentionsraum verloren. Dieses Volumen ist zur Erreichung der Unschädlichkeit des geplanten Bauvorhabens auszugleichen.

Vom AG wurde vorgeschlagen, im Bereich der Flächen FL1 und FL2 das Gelände um ca. 0,5 m durch Abgrabung abzusenken.

Entsprechend dieser Vorgabe wurden die Knotenhöhen im Modellterrain in den beiden Flächenbereichen um 0,5 m abgesenkt, so das dadurch zusätzliches Retentionsvolumen entsteht.

Die Berechnung wurde mit „RR“ gekennzeichnet. Gemeint ist damit die Berechnung des PLAN-Zustandes mit Berücksichtigung des angedachten Retentionsraumausgleich für den Verlust durch die Geländeanhebung und Errichtung der Gebäude.

Wie ein erster Rechendurchlauf zeigte, erweitert sich das HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet zwischen den beiden Gebäuden F und G nach Nordosten auf den dort geplanten Parkplatzbereich. Außerdem hatten die Ergebnisse der Volumen-Zusammenstellung aufgezeigt, dass genügend Ausgleichsvolumen zur Verfügung steht.

Es wurde jedoch ein zweiter Rechenlauf mit folgenden Änderungen durchgeführt:

Der Bereich der Fläche L mit ca. 30 m² (Abbildung 12) wurde nur um ca. 0,3 m abgesenkt (Volumenverlust ca. 5 m³). Die Flächen zwischen den Gebäuden (FL 1 und FL 2) wurden dafür um jeweils ca. 1 m in Richtung Lahnufer mit einer Abgrabungstiefe von ca. 0,2 m erweitert (Z1 + Z2, Volumenzuwachs ca. 7 m³).

Das Ergebnis dieser Berechnung zeigte, dass weiterhin genügend Ausgleichsvolumen vorhanden ist und auch keine Überströmung des geplanten Parkplatzes mehr erfolgt.

Die Veränderungen in den Strömungsverhältnissen gegenüber dem IST-Zustand konnten durch die Geländeabgrabungen insgesamt verringert werden. Zwischen den geplanten Gebäuden wird wieder die Wasserspiegellage des IST-Zustandes hergestellt. Nach stromab zum Gebäude der Seniorenresidenz bleibt der Wasserspiegel ca. 2 cm unter dem des IST-Zustandes. Auch die generell sehr geringen Fließgeschwindigkeiten entsprechen in der Größenordnung denen des IST-Zustandes.

Durch die geplante Abgrabung kann im Bereich des Lahnhofes ein Zuwachs an Retentionsvolumen von ca. 722 m³ geschaffen werden. Damit wird der Ausgleich des Verlustes an Retentionsraum mit ca. 80 m³ Überhang erreicht. Abbildung 13 zeigt für den Bereich des Lahnhofes das HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn im PLAN-Zustand mit Retentionsraumausgleich. Tabelle 4 enthält die modellintern ermittelten Teilvolumina der Berechnung „RR“ für den Nachweis, dass ausreichend Volumen für den Verlust an Retentionsraum zur Verfügung steht, wenn die geplante Baumaßnahme mit den vorgeschlagenen Abgrabungen durchgeführt wird.



Abbildung 13: HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebiet der Lahn - PLAN-Zustand mit Retentionsraumausgleich

Tabelle 4: Ergebnis der Ermittlung des notwendigen Ausgleichvolumen (Vergleich „RR“ – IST)

	Bezeichnung der Bereiche	Wassererfülltes Volumen „RR“ (m³)	Wassererfülltes Volumen IST (m³)
1+7	Restvolumen Wasserspiegeländerungen (gesamter Modellbereich außerhalb der Baumaßnahmen)	4.470,0	3.605,0
2	Gebäude E und Geländeaufschüttung	0	375,7
4	Gebäude F und Geländeaufschüttung	0	146,7
6	Gebäude G und Geländeaufschüttung	0	53,3
3	Bereich zwischen Gebäude E und F	470,2	256,1
5	Bereich zwischen Gebäude F und G	378,5	159,5
	<i>Summe wassererfülltes Volumen:</i>	5.318,7 m³	4.596,3 m³
	Differenzbetrag:	+ 722,4 m³	

4 Einzelfallprüfung der Ergebnisse entsprechend §78 WHG, Nachweis der Unschädlichkeit bzw. Unerheblichkeit des geplanten Bauvorhabens im Bereich Lahnhof

4.1 Zum Inhalt des §78 WHG

Zur Erteilung einer wasserrechtlichen Genehmigung entsprechend §78a des WHG [11] für die geplante 2. Änderung des Bebauungsplanes „Bahnhofstraße“ ist die Unschädlichkeit bzw. Unerheblichkeit des Eingriffs in das Überschwemmungsgebiet der Lahn im Bereich des Lahnhofes nachzuweisen.

In einem ca. 100 m langen Uferabschnitt nordwestlich des Lahnweges sollen 3 Wohngebäude errichtet werden, die zum Teil in das Überschwemmungsgebiet hineinragen werden. Die weiteren geplanten Umgestaltungen im Bereich des Lahnhofes befinden sich außerhalb des ÜSG, da dieses Gelände ausreichend hoch über dem HQ₁₀₀-Wasserspiegel der Lahn liegt.

Im §78a WHG Absatz (1) ist Folgendes festgelegt:

Zitat aus [11]: **§ 78a Sonstige Schutzvorschriften für festgesetzte Überschwemmungsgebiete**

(1) In festgesetzten Überschwemmungsgebieten ist Folgendes untersagt:

1. die Errichtung von Mauern, Wällen oder ähnlichen Anlagen, die den Wasserabfluss behindern können,
2. das Aufbringen und Ablagern von wassergefährdenden Stoffen auf dem Boden, es sei denn, die Stoffe dürfen im Rahmen einer ordnungsgemäßen Land- und Forstwirtschaft eingesetzt werden,
3. die Lagerung von wassergefährdenden Stoffen außerhalb von Anlagen,
4. das Ablagern und das nicht nur kurzfristige Lagern von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können,
5. das Erhöhen oder Vertiefen der Erdoberfläche,
6. das Anlegen von Baum- und Strauchpflanzungen, soweit diese den Zielen des vorsorgenden Hochwasserschutzes gemäß § 6 Absatz 1 Satz 1 Nummer 6 und § 75 Absatz 2 entgegenstehen,
7. die Umwandlung von Grünland in Ackerland,
8. die Umwandlung von Auwald in eine andere Nutzungsart.

Satz 1 gilt nicht für Maßnahmen des Gewässerausbaus, des Baus von Deichen und Dämmen, der Gewässer- und Deichunterhaltung, des Hochwasserschutzes, einschließlich Maßnahmen zur Verbesserung oder Wiederherstellung des Wasserzuflusses oder des Wasserabflusses auf Rückhalteflächen, für Maßnahmen des Messwesens sowie für Handlungen, die für den Betrieb von zugelassenen Anlagen oder im Rahmen zugelassener Gewässerbenutzungen erforderlich sind.

Jedoch kann die zuständige Behörde eine Ausnahmegenehmigung erteilen, wenn entsprechend Absatz (2) des §78a die Unschädlichkeit bzw. Unerheblichkeit der Maßnahme, im vorliegenden Fall des teilweisen Bauens im Überschwemmungsgebiet, nachgewiesen wird.

Zitat aus [11]:

(2) Die zuständige Behörde kann im Einzelfall Maßnahmen nach Absatz 1 Satz 1 zulassen, wenn

1. Belange des Wohls der Allgemeinheit dem nicht entgegenstehen,
2. der Hochwasserabfluss und die Hochwasserrückhaltung nicht wesentlich beeinträchtigt werden und
3. eine Gefährdung von Leben oder Gesundheit oder erhebliche Sachschäden nicht zu befürchten sind oder wenn die nachteiligen Auswirkungen durch Nebenbestimmungen ausgeglichen werden können. Die Zulassung kann, auch nachträglich, mit Nebenbestimmungen versehen oder widerrufen werden. Bei der Prüfung der Voraussetzungen des Satzes 1 Nummer 2 und 3 sind auch die Auswirkungen auf die Nachbarschaft zu berücksichtigen.

4.2 Prüfung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf Belange des Wohls der Allgemeinheit

Zu Punkt 1 Absatz (2) §78a WHG:

Da die betrachtete Fläche des Lahnhofes bereits größtenteils als urbane Fläche besteht, tritt keine wesentliche Änderung der Nutzung ein. Durch die Umgestaltung und Modernisierung des Geländes soll die Attraktivität des Lahnhofbereiches erhöht und eine Aufwertung des gesamten Quartiers der Bahnhofstraße erreicht werden und – Zitat aus [2] „ Mit der ...Errichtung eines aus insgesamt drei größeren Baukörpern, vorwiegend für eine Wohnbebauung vorgesehenem Gebäudeensemble, wird auch dem verstärkten Wunsch nach Wohnmöglichkeit im Nahbereich der Lahn Rechnung getragen ...“

Die mit dem Vorschlag zur 2. Änderung des Bebauungsplanes Bahnhofstraße angedachte städtebauliche Entwicklung des Lahnhof-Areals ist das Ergebnis gemeinsamer Abstimmungs- und Planungsprozesse zwischen dem Eigentümer der Fläche, den planenden Architekten und zuständigen städtischen Ämtern. Damit ist deutlich aufgezeigt, dass die geplante Baumaßnahme dem Wohl der Allgemeinheit dient.

4.3 Prüfung der Auswirkungen der geplanten Baumaßnahme auf Wasserstand und Abflusses bei Hochwasser sowie auf den Hochwasserrückhalt; Nachweis des möglichen Ausgleichs von Verlust an Retentionsraum

Zu Punkt 2 Absatz (2) §78a WHG:

Diesem Punkt wurde in der vorliegenden Dokumentation durch die Betrachtung der Auswirkungen auf die hydraulischen Verhältnisse besondere Beachtung geschenkt.

Es wurde aufgezeigt, dass durch den geplanten Bau von drei Gebäuden in relativer Nähe zur Lahn bei einem HQ₁₀₀-Hochwasserereignis nur minimale Veränderungen im Abflussgeschehen auftreten. Da teilweise in das festgesetzte Überschwemmungsgebiet der Lahn gebaut werden soll, wurde eine Lösung zum Ausgleich des entstehenden Retentionsraumverlustes gesucht. Mit der vorgeschlagenen Gelände-

abgrabung zwischen den geplanten Gebäuden kann der entstehende Verlust von ca. 643 m³ Retentionsraum durch den Zuwachs von ca. 722 m³ an Retentionsvolumen ausgeglichen werden.

Wie dokumentiert, wird zwischen den geplanten Gebäuden wieder die Wasserspiegellage des IST-Zustandes hergestellt. Nach stromab zum Gebäude der Seniorenresidenz bleibt der Wasserspiegel ca. 2 cm unter dem des IST-Zustandes, was bei Hochwasser durchaus positiv zu bewerten ist. Auch die generell sehr geringen Fließgeschwindigkeiten entsprechen in der Größenordnung denen des IST-Zustandes.

Die ausgewiesenen Veränderungen der Abgrenzung des Überschwemmungsgebietes resultieren einerseits aus der wesentlich genaueren Abbildung der Strömungsverhältnisse im aktuell verwendeten 2D-Modell gegenüber den 1d-Berechnungen, die 2001 für die Festsetzung der HQ₁₀₀-Überschwemmungsgrenzen der Lahn durchgeführt wurden, andererseits aus den verbesserten Geländeinformationen.

4.4 Prüfung der Gefährdung von Leben oder Gesundheit von Anliegern, Empfehlung für hochwasserangepasstes Bauen und Prüfung sonstiger Belange des Wasserhaushaltes

Zu Punkt 3 Absatz (2) §78a WHG:

Eine Gefährdung von Leben oder Gesundheit sowie erhebliche Sachschäden sind durch die geplante Baumaßnahme nicht zu befürchten, da die eintretenden Veränderungen vor Ort praktisch nicht wahrnehmbar sind. Damit kann auch festgestellt werden, dass weitere Anlieger weder stromoberhalb noch stromunterhalb des Lahnhofes in keiner Weise beeinträchtigt werden.

Empfehlungen für hochwasserangepasstes Bauen:

- *Für die zum Lahnufer hin vorgesehenen Gebäudeabschnitte (in Abbildung 12 weiß) sollte eine Aufständigung vorgesehen werden, so dass die Unterkante der Bodenplatte hochwasserfrei bleibt. Damit wird auch das direkte Bauen in die Bauverbotszone vermieden.*
- *Die geplanten Gebäude sollten nicht unterkellert werden.*
- *Für im Überschwemmungsbereich geplante ebenerdige Ein- bzw. Ausgangstüren sollten mobile Schutzvorrichtungen (zumindest die Vorhaltung von Sandsäcken) vorgesehen werden.*
-

Aus der Kenntnis der Ergebnisse bei der Erstellung des HQ₁₀₀-Überschwemmungsgebietes der Lahn und aktueller Erhebungen kann geschlussfolgert werden, dass der sonstige Hochwasserschutz im betrachteten Bereich nicht beeinflusst wird, da keine Schutzeinrichtungen vorhanden sind.

Aus hydraulischer Sicht ist eine Realisierung des geplanten Vorhabens möglich. Eine Garantie für einen positiven Bescheid durch die zuständige UWB kann jedoch nicht gegeben werden.

5 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Daten Bestand: Lage der vorhandenen Gebäude im zu betrachtenden Bereich sowie Planungsdaten mit Lage der geplanten Gebäude, pdf-Datei vom AG per E-Mail am 06.05.2019, am 07.06.2019 als dwg-Datei erhalten
- [2] Entwurf - Textliche Festsetzung zum Bebauungsplan Nr. 402 „Bahnhofstraße“ 2. Änderung; pdf-Datei vom AG per E-Mail am 06.05.2019 erhalten
- [3] Entwurf – Begründung zum Bebauungsplan Nr. 402 „Bahnhofstraße“ 2. Änderung; pdf-Datei vom AG per E-Mail am 06.05.2019 erhalten
- [4] Entwurfskarte „Bebauungsplan Nr. 402 Bahnhofstraße 2. Änderung“; pdf-Datei vom AG per E-Mail am 06.05.2019 erhalten
- [5] Ausschnitt DGM2 für den Modellbereich: freigegeben und übermittelt per E-Mail vom HLNUG am 03.06.2019
- [6] Vermessungspunkte aus der terrestrischen Vermessung zum RKH: Retentionskataster Hessen – Hauptphase 2000 – Niederschlagsgebiet Lahn (Lahn-Dill-Kreis); (freigegeben vom HLNUG am 03.06.2019); Hydraulischer Bericht und Feststellungsunterlagen → Ermittlung der Überschwemmungsgebiete HQ100 sowie der vorhandenen und potentiellen Retentionsräume, HGN Hydrogeologie GmbH Nordhausen, erstellt März 2001, aktualisiert 2007 und 2009
- [7] Wanke, Vorogushyn: „Hydraulische Hochwasserberechnung für den Bereich zwischen Bahnhofstraße und Lahn in Wetzlar“; Fugro Consult GmbH 2012, unveröffentlicht
- [8] Abbildung 4: Ausschnitt ÜSG LAHN - Internetzugang „hessenviewer“, heruntergeladen am 07.06.2019
- [9] HYDRO_AS-2D: Ein zweidimensionales Strömungsmodell für die wasserwirtschaftliche Praxis: Benutzerhandbuch. Nujic, Kolbermoor. 2004
- [10] Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft: Rauheitsbeiwerte nach Strickler (Zusammengestellt nach Schneider Bautabelle), Karlsruhe März 2014
- [11] Wasserhaushaltsgesetz WHG Ausfertigungsdatum: 31.07.2009 letzte Änderung: (Art. 4 G vom 4. Dezember 2018). GESTA: N004 (BGBl. I S. 2254, 2255). Inkrafttreten der letzten Änderung: 11. Juni 2019. (Weblink http://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/BJNR258510009.html)